

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-094701
 (43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int. Cl. G01M 11/02
 G02B 6/00
 H04B 10/08
 H04B 17/00

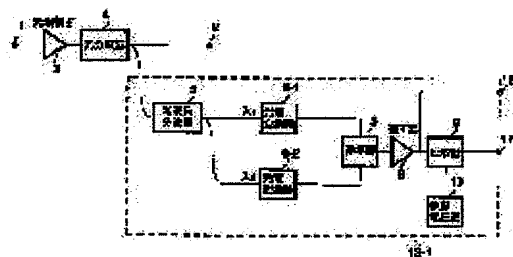
(21)Application number : 09-253333 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (22)Date of filing : 18.09.1997 (72)Inventor : MASAKI KATSUMI

(54) MONITORING DEVICE FOR OPTICAL TRANSMISSION LINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a monitoring device for optical transmission line which has a simple constitution and can monitor the quality of an optical transmission line without requiring any expensive device, such as the optical spectrum analyzer, etc., nor any high-speed circuit element.

SOLUTION: A monitoring device for optical transmission line selects arbitrary optical signals λ_1 and λ_2 out of the optical signals branched by means of an optical branching device 4 by means of an optical wavelength demultiplexer 5, converts the selected optical signals into electric signals by means of photoelectric converters 6-1 and 6-2, and calculates the ratio between the electric signals by means of a divider 15. Then the monitoring device discriminates the presence of an optical signal having a deteriorated intensity in the optical signals λ_1 and λ_2 by comparing the calculated results with a reference voltage generated from a reference voltage source 10 by means of a comparator 9.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-94701

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 1 M 11/02
G 0 2 B 6/00
H 0 4 B 10/08
17/00

識別記号

F I
G 0 1 M 11/02 J
H 0 4 B 17/00 R
G 0 2 B 6/00 B
H 0 4 B 9/00 K

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-253333

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月18日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 正木 克実

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株

式会社東芝日野工場内

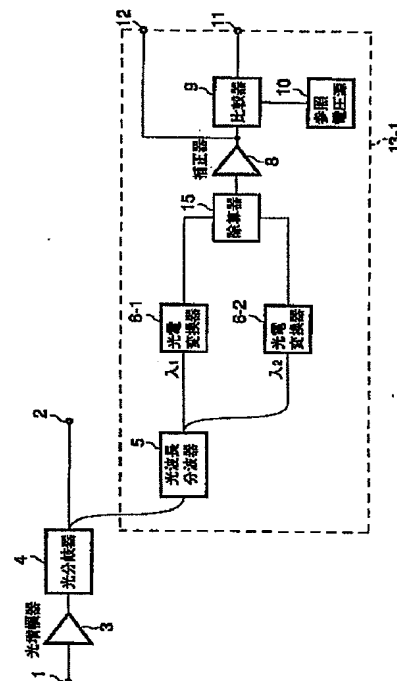
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 光伝送路監視装置

(57) 【要約】

【課題】 光スペクトルアナライザ等の高価な装置や、高速の回路素子を必要とせず、簡易な構成で光伝送路の品質を監視することが可能な光伝送路監視装置を提供する。

【解決手段】 本発明の光伝送路監視装置は、光分岐器4により分岐した光信号のうち、任意の光信号 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ とを光波長分波器5により選択し、光電変換器6-1及び6-2により、選択した光信号を電気信号に変換して、除算器7によりこれらの電気信号の比を計算し、この結果と、参照電圧源10にて発生される基準電圧とを比較器9により比較することで、前記 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ のうち、強度の劣化した光信号が存在するか否かを判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 以上の伝送チャネルのそれぞれに互いに異なる波長を割り当て、それぞれの波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光伝送システムで使用され、光伝送路上の光信号の品質劣化を監視する光伝送路監視装置において、

上記光伝送路を伝わる波長多重光を分岐する光分岐器と、

この光分岐器で分岐された波長多重光から、一対の互いに異なる波長の光信号を分波する光波長分波器と、

この光波長分波器で分波されたそれぞれの波長の光信号を光電変換する一対の光電変換器と、

この光電変換された電気信号の強度を基に、前記一対の互いに異なる波長の光信号のうち強度が劣化した光信号の有無を判定する判定手段とを具備することを特徴とする光伝送路監視装置。

【請求項 2】 少なくとも 2 以上の伝送チャネルのそれぞれに互いに異なる波長を割り当て、それぞれの波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光伝送システムで使用され、光伝送路上の光信号の品質劣化を監視する光伝送路監視装置において、

上記光伝送路を伝わる波長多重光を分岐する光分岐器と、

この光分岐器で分岐された波長多重光から、それぞれの波長の光信号を分波する光波長分波器と、

この光波長分波器で分波された光信号をそれぞれ光電変換する、各々の波長の光信号に対して設けられた複数の光電変換器と、

前記複数の光電変換器が出力する各々の電気信号のうち、互いに波長の異なる光信号に対応する一対の電気信号を選択して出力する選択手段と、

この選択手段から出力された電気信号の強度を基に、前記光波長分波器で分波された光信号のうち強度が劣化した光信号の有無を判定する判定手段とを具備することを特徴とする光伝送路監視装置。

【請求項 3】 前記判定手段は、劣化した電気信号があると判定した場合には、その旨を外部に対して通知する機能を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送路監視装置。

【請求項 4】 前記判定手段は、入力された一対の電気信号の比を求める除算器と、所定の値の参照電圧を出力する参照電圧源とを備え、前記除算器の出力と参照電圧とを比較することで劣化した光信号の有無を判定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送路監視装置。

【請求項 5】 さらに、前記光電変換器のそれぞれの変換効率のばらつきを補正する補正手段を備え、前記判定手段は、前記補正手段により補正された電気信号の差を求める減算器と、所定の値の参照電圧を出力する参照電圧源とを備え、前記減算器の出力と参照電圧と

を比較することで劣化した光信号の有無を判定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送路監視装置。

【請求項 6】 前記判定手段は、波長多重光信号に含まれるそれぞれの波長の光信号のうち、最も波長の長いまたは最も波長の短い光信号を含む一対の光信号に基づいて、強度が劣化した光信号の有無を判定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送路監視装置。

【請求項 7】 前記判定手段は、波長多重光信号に含まれるそれぞれの波長の光信号のうち、空きチャネルに対応する光信号の強度を基準値として、この基準値に対する、他のいずれかのチャネルの光信号の強度を求めることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送路監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば光中継器や端局装置などに設置され、光伝送路の品質を監視するために用いられる光伝送路監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年になり急速な発展を遂げている光通信システムにあつては、ネットワークが拡大するにつれ伝送距離が益々長くなる傾向にある。また、光ファイバを海底に敷設して、例えば日本-米国間での光通信も実際に行われている。このような長距離の光通信システムでは、伝送路に光増幅器を備えた中継器を設けて伝送過程で劣化した光信号の再生を行い、伝送距離を拡大するようにしている。この光増幅器としては、エネルギーのロスが少ないなどの理由から、光電変換素子を必要とせず直接的に光信号の増幅が行えるエルビウムドープ光ファイバ増幅器（以下 E D F A と記す）が用いられることが多い。

【0003】 ところで、光通信を安定して行うためには、光伝送路を伝わる光信号の信号対雑音比（S N R）を一定の値以上に保たねばならない。また特に、複数の伝送チャネルに互いに異なる波長を割り当て、それぞれの波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光通信システムにあつては、受信機を安定して動作させるために各波長の光信号のレベルを揃えることが重要である。

【0004】 ところが、上記した E D F A などの光増幅器は、図 6 の（a）に示すように波長に対する利得が山なりになるという特性を有する。このため、各種の方法によりこの増幅利得を平坦化するようにしている。

【0005】 利得平坦化の方法としては、例えば図 7 の（b）に示すように光増幅器に入力される各波長の光信号に予め強度差を持たせておき、光増幅器通過後の強度を揃える方法（プリエンファシス法）や、例えば図 7 の（c）に示すように減衰器などを用いて直接的に利得を平坦化する方法などがある。

【0006】 このような利得平坦化の制御を適切に行

い、周囲の温度変化などによる光増幅器の増幅特性の変化に拘らず安定した光通信を行うために、従来ではシステム内に光伝送路監視装置を設けて光伝送路の品質を管理するようにしている。この光伝送路監視装置は、上記中継器内に設けることが一般的である。

【0007】このような光伝送路監視装置の従来の構成を図7に示す。図7において、図示しない光伝送路からの光信号は光電変換器28で光電変換され、増幅器29で利得調整された後、3分岐されてそれぞれ識別器30、31およびクロック抽出回路32に入力される。クロック抽出回路32は入力信号からクロック信号を抽出するもので、ここで抽出されたクロック信号は移相器33で位相調整されて識別器30、31にそれぞれ入力される。識別器30には識別レベル参照電圧源34から一定値の識別電圧が、識別器31には識別レベル可変電圧源35から制御部38の制御に応じた値の識別電圧がそれぞれ与えられており、それぞれの識別器30、31においてデータ信号の識別再生が行われる。

【0008】識別器30、31の出力は共にEX-OR回路36に入力され、識別器30、31の出力の違いに応じた数のパルスが発生される。このパルスはカウンタ37でカウントされ、そのカウント数が制御部38にフィードバックされる。これにより、識別レベル可変電圧源35は制御部38の制御に応じてパルスのカウント数が最も少なくなる方向の識別電圧を識別器31に与えるようになる。

【0009】このとき、識別レベル参照電圧源34の識別電圧と識別レベル可変電圧源35の識別電圧とを比較することで、回線の誤り率を知ることができる。すなわち、光伝送路の品質を評価することが可能となる。ところが、上記構成においては光電変換器28、増幅器29および識別器30、31に光伝送路のビットレートに対応したものを使用しなければならない。このためビットレートが高くなるに連れて価格が上がり、また大きなスペースを必要とする。このことは、上記光伝送路監視装置を中継器内に設けるに当たり大きな不具合となる。

【0010】従来の光伝送路監視装置の他の構成を図8に示す。この光伝送路監視装置は、光伝送路100中に光分岐器4を設けて伝送光信号を分岐して光スペクトルアナライザ39に導き、直接的に光信号の信号対雑音比(光SNR)を求めることで光伝送路の品質を監視するようにしている。このようにすると、光波長多重された光信号でも、各々の波長の光信号の光SNRを測定することができる。ところが、1nm程度の間隔で多重された光波長多重信号の光SNRを測定するためには0.1nm程度の分解能を有する光スペクトルアナライザが必要となる。このため、この場合も装置が高価になり、また大きなスペースを取るために例えば中継器内に設置するに当たり制約が大きい。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、従来の光伝送路監視装置には、伝送路のビットレートに応じた高速の受信器や誤り率測定器、または高分解能の光スペクトルアナライザを備えることが必要であった。このため装置が高価になり、また大きく場所を取るという不具合があった。

【0012】本発明は上記事情によりなされたもので、その目的は、光スペクトルアナライザ等の高価な装置や、高速の回路素子を必要とせず、簡易な構成で光伝送路の品質を監視することが可能な光伝送路監視装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明は、少なくとも2以上の伝送チャネルのそれぞれに互いに異なる波長を割り当て、それぞれの波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光伝送システムで使用され、光伝送路上の光信号の品質劣化を監視する光伝送路監視装置にあって、上記光伝送路を伝わる波長多重光を分岐する光分岐器と、この光分岐器で分岐された波長多重光から、一対の互いに異なる波長の光信号を分波する光波長分波器と、この光波長分波器で分波されたそれぞれの波長の光信号を光電変換する一対の光電変換器と、この光電変換された電気信号の強度を基に、前記一対の互いに異なる波長の光信号のうち強度が劣化した光信号の有無を判定する判定手段とを具備して構成するようにした。

【0014】また本発明は、少なくとも2以上の伝送チャネルのそれぞれに互いに異なる波長を割り当て、それぞれの波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光伝送システムで使用され、光伝送路上の光信号の品質劣化を監視する光伝送路監視装置にあって、上記光伝送路を伝わる波長多重光を分岐する光分岐器と、この光分岐器で分岐された波長多重光から、それぞれの波長の光信号を分波する光波長分波器と、この光波長分波器で分波された光信号をそれぞれ光電変換する、各々の波長の光信号に対して設けられた複数の光電変換器と、前記複数の光電変換器が出力する各々の電気信号のうち、互いに波長の異なる光信号に対応する一対の電気信号を選択して出力する選択手段と、この選択手段から出力された電気信号の強度を基に、前記光波長分波器で分波された光信号のうち強度が劣化した光信号の有無を判定する判定手段とを具備して構成するようにした。

【0015】また本発明は、前記判定手段において劣化した光信号があると判定された場合には、例えば警報信号を発生することにより外部にその旨を通知するようにした。

【0016】また本発明は、劣化した光信号の有無を判定する際に比較の対象とする一対の光信号に、波長多重光信号中の光信号のうち最も波長の長いまたは最も波長の短い光信号を含ませるようにした。

【0017】このようにすると、光増幅器の特性から最も利得が低くなりがちな光信号が比較対象として選ばれる。このため、光増幅器の特性の変化を未然に検出することが可能となる。

【0018】また本発明は、劣化した光信号の有無を判定する際に比較の対象とする一対の光信号に、空きチャネルの光信号を含ませるようにした。このようにすると、空きチャネルの光信号レベル、すなわちノイズレベルに対する他の光信号の強度を求めることができるようになる。すなわち、光信号の絶対強度を評価できるようになる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

（第1の実施形態）図1は本発明の第1の実施形態に係る光中継器の構成を示す図である。なお、図中点線部が光伝送路監視装置13-1を示している。

【0020】図1において、1、2は本光中継器の光入力端子、光出力端子で、それぞれ光伝送路（図示せず）に光接続される。光入力端子1から入力される光信号は、光増幅器3で増幅された後、光分岐器4によりその一部が分岐されて光波長分波器5に導かれる。この光波長分波器5は、波長多重された光信号から任意の波長の光信号を分波して取り出すものである。本実施形態においては、異なる波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を持つ2つの光信号を取*

$$\frac{\eta 1 (S 1 + N 1)}{\eta 2 (S 2 + N 2)}$$

ここで、 $\eta 1 / \eta 2 = k$ とすると、上記(1)は

【0025】

【数2】

$$k \frac{(S 1 + N 1)}{(S 2 + N 2)} \quad (2)$$

となる。なお、光電変換器61、62は、伝送光信号の平均的な強度をモニタすることができれば十分なので、伝送ビットレートに対して十分低い周波数帯域のものを使用することができる。

【0026】さて、波長多重光伝送における光増幅器3の雑音特性は、単波長伝送におけるそれとは異なるふるまいをする。すなわち波長多重光伝送においては、ある波長の光信号の強度レベルが劣化した後、光増幅器3で増幅しても、増幅の前後でノイズレベルは変化しない。

【0027】これは、誘導放射を利用した光増幅器特有の性質によるもので、単波長光を増幅する場合は励起光と自然放出光との間で一部エネルギーのやり取りが行われるためノイズレベルが増加するのに対して、波長多重光を増幅する場合は、励起光と伝送光信号の間でのみエネルギーのやり取りが行われるので、自然放出光が増加することがなく、よってノイズレベルも増加しないこと

*り出すものとする。

【0021】光波長分波器5で分波された光信号 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ は、それぞれ光電変換器6-1、6-2に導かれて光電変換される。ここで得られた電気信号は、共に除算器7に導かれ、両電気信号の除算値が補正器8を介して比較器9に与えられる。この比較器9には、参照電圧源10が発生する参照電圧が与えられており、補正器8の出力と参照電圧との比較結果が比較結果出力端子11から出力される。また、補正器8の出力側には演算結果モニタ出力端子12が設けられており、除算器7における演算結果をモニタできるようになっている。

【0022】上記構成において、以下にその作用を説明する。いま仮に、各光電変換器6-1、6-2の光電変換効率をそれぞれ $\eta 1$ 、 $\eta 2$ 、波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の光信号の信号電力をそれぞれ $S 1$ 、 $S 2$ 、各光信号の雑音電力を $N 1$ 、 $N 2$ とすると、光電変換された電気信号の強度はそれぞれ $\eta 1 (S 1 + N 1)$ 、 $\eta 2 (S 2 + N 2)$ として表される。

【0023】これらの電気信号は、共に除算器7に入力される。この除算器7は、例えば除算用ICにより構成され、入力された電気信号の強度の比を出力するものであり、その出力結果は

【0024】

【数1】

(1)

になる。従って、 $N 1$ 、 $N 2$ は他の波長の信号のレベルが0でない限り、その変化はほとんど無視することができる。ところで、光SNRは伝送路の品質を考慮して、最低10dB以上が必要と考えれば、(2)式は $N 1$ 、 $N 2$ を無視して

【0028】

【数3】

$$k \frac{S 1}{S 2} \quad (3)$$

とみなすことができる。これにより、信号光 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ との強度比を得ることができる。通常的光伝送においては、光増幅器の波長に対する増幅利得を平坦化するために（利得平坦化の条件）、伝送路は $S 1 = S 2$ となる様に設計される。よって、上記(3)式において係数 k のみが残り、これは次段の補正器8に入力される。この補正器8において、係数 k に利得 A が積算され、(3)式は、

$A k$

(4)

となる。よって、 k のばらつき、つまり光電変換効率のばらつきは利得 A で調整することが出来る。例えば、通常時に $A k = 1$ となる様に利得 A を調整すれば、

$Ak > 1$ のとき $S2$ が劣化
 $Ak < 1$ のとき $S1$ が劣化
 と判定することができる。このとき必要となる判定レベルは参照電圧源 10 により与えられ、結果の判定は比較器 9 にて行われる。

【0029】上記作用により、光波長分波器 5 で取り出された光信号 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ について、強度の劣化した光信号が存在するか否かを判定することができる。ここで、利得平坦化の条件と光増幅器 3 の増幅特性とを考慮すると、光増幅器 3 の利得中央部に位置する光信号と、利得のいわゆる崖に位置する光信号とを比較対象として選ぶと都合が良い。例えば、光増幅器 3 の波長に対する利得特性が図 6 の (a) から (b) に示すように変動したとする。これに応じて光信号 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ は強度が変化しやすいが、光信号 λm は利得の中央に位置するため強度が変化しにくい。従って、 $\lambda 1$ と λm とを光波長分波器 5 で取り出し比較することで、回線の誤りが大きくなる前に光 SNR の劣化を効果的に検出することが可能となる。

【0030】また、本実施形態の光伝送路監視装置を構成する各部は、いずれも伝送路のビットレートに対応した速度を有する必要がなく、また特に大型の装置をも必要としないので、本実施形態によれば、安価で小型で簡易な手法で、伝送路の品質を監視することが可能な光伝送路監視装置を提供することが可能となる。

【0031】(第 2 の実施形態) 図 2 は本発明の第 2 の実施形態に係る光中継器の構成を示す図である。なお、*

$$\eta 1 A 1 (S 1 + N 1) - \eta 2 A 2 (S 2 + N 2) \quad (5)$$

となる。ここで $\eta 1 A 1 = \eta 2 A 2 = \alpha$ となるよう、前記補正器 14-1 および 14-2 の利得を調整すれば、※30

$$\alpha \{ (S 1 - S 2) + (N 1 - N 2) \} \quad (6)$$

となる。なお、利得平坦化の条件から、伝送路は通常 $S 1 = S 2$ となる様に設計される。また、光 SNR で最悪の場合でも 10 dB を確保するとすれば $N 1$ 、 $N 2$ は無視でき、よって (6) 式は通常の運用中では 0 となる。これにより、

$\alpha (S 1 - S 2) > 0$ のとき $S 2$ が劣化

$\alpha (S 1 - S 2) < 0$ のとき $S 1$ が劣化

と判定することができる。このとき必要となる判定レベルは参照電圧源 10 で与えられ、結果の判定は比較器 9 40 にて行われる。

【0036】かくして、上記構成によっても光波長分波器 5 で取り出された光信号 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ について、強度の劣化した光信号が存在するか否かを判定することができる。ここでも、光増幅器 3 の利得中央部に位置する光信号、および利得の崖に位置する光信号とを比較対象として選ぶと都合が良いことは第 1 の実施形態と同様である。

【0037】また、本実施形態の光伝送路監視装置において、各構成部はいずれも伝送路のビットレートに

* 図中点線部が光伝送路監視装置 13-2 を示している。なお、図 2 において図 1 と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは重複する説明は省略する。

【0032】図 2 に示す光伝送路監視装置 13-2 は、図 1 に示す光電変換器 6-1 及び 6-2 の出力を、それぞれ補正器 14-1、14-2 を介して共に減算器 15 に入力するものとなっている。これらの補正器 14-1、14-2 は、光電変換器 6-1、6-2 の光電変換効率のばらつきを補正するために設けられている。

【0033】図 3 に、減算器 15 の回路構成を示す。すなわち、この減算器 15 は、入力端子 18、19 をそれぞれ抵抗器 17-1、17-2 を介してオペアンプ 16 の負極及び正極端子に接続し、また正極端子を抵抗器 17-3 を介して接地すると共に負極端子を抵抗器 17-4 を介して出力端子 20 に接続して構成したものとなっている。

【0034】上記構成においてその作用を説明する。図 2 において、光電変換器 6-1、6-2 で光電変換された各々 $\eta 1 (S 1 + N 1)$ 、 $\eta 2 (S 2 + N 2)$ の強度を持つ電気信号は、それぞれ補正器 14-1、14-2 に入力される。これらの補正器 14-1、14-2 の利得をそれぞれ $A 1$ 、 $A 2$ とすると、補正後の電気信号の強度はそれぞれ $\eta 1 A 1 (S 1 + N 1)$ 、 $\eta 2 A 2 (S 2 + N 2)$ となる。

【0035】その後、これらの補正後の電気信号は、共に減算器 15 に入力に入力される。この減算器 8 2 の出力結果は

※ (5) 式は

応した速度を有する必要がなく、また特に大型の装置をも必要としないので、本実施形態によっても、安価で小型で簡易な手法で、伝送路の品質を監視することが可能な光伝送路監視装置を提供することが可能となる。

【0038】(第 3 の実施形態) 図 4 は本発明の第 3 実施形態に係る光伝送路監視装置 13-3 の構成を示す図である。尚、図 4 において図 1 または図 2 と同一部分には同一符号を付して示し、ここでも重複する説明は省略する。

【0039】図 4 に示す光伝送路監視装置 13-3 は、光伝送路中の全ての波長の光信号を分波して出力する光波長分波器 23 を備えている。この光波長分波器 23 から出力される光信号 $\lambda 1 \sim \lambda n$ は、それぞれの光信号に応じて設けられた複数の光電変換器 6-1 ~ 6-n により各々光電変換される。これにより得られた電気信号は、補正器 14-1 ~ 14-n により光電変換効率のばらつきが補正されたのち 2 分岐され、各々選択器 25-1 および 25-2 に入力される。これらの選択器 25-1 および 25-2 は、選択器制御器 27 の制御に応じ

て、光信号 $\lambda 1 \sim \lambda n$ に対応した電気信号から任意の一つの波長の電気信号を選択出力する。これにより一組の電気信号のペアが得られるが、同一波長の電気信号のペアが出力されることのない様、選択器制御器27を設定しておく。

【0040】これらの電気信号のペアは共に減算器8に入力され、その減算結果が補正器8を介して比較器9に与えられる。そして、この減算結果と参照電圧源10から与えられる参照電圧との比較が行われ、ここで電気信号のペアに対応する光信号について、強度の劣化した光

信号が存在するか否かについての判定が行われる。【0041】かくして上記構成によれば、波長多重光に含まれる全ての波長の光信号を取り出し、任意の組み合わせで比較することが可能となる。従って、上記第1または第2実施形態に示した利点を持つに加え、光伝送路中の増幅器の波長に対する増幅利得のランダムな変動に*

$$k \frac{S1 + N1}{N2} = k \frac{S1 / N1 + 1}{N2 / N1} \quad (2)$$

となる。ここで、 $N2 / N1 = 1$ として良く、

【0045】

【数5】

$$k \left(\frac{S1}{N1} + 1 \right) \quad (7)$$

となり、 $S1 / N1 > 10$ を考慮すれば、(7)式は波長 $\lambda 1$ の信号光の光SNRの絶対値を表現できることになる。

【0046】同様に(6)式は

$$\alpha S1 \quad (8)$$

となり、波長 $\lambda 1$ の光信号の強度の絶対値を表現できる。

【0047】加えて、伝送光信号が単波長の場合であっても、同様に光強度、光SNRを監視することが可能となる。また上記各実施形態では、光伝送路監視装置を光中継器に設けた場合を例にとり説明したが、図5に示すように光伝送路監視装置を端局装置側に設けるようにしても良い。すなわち、光伝送路の終端に光接続される光入力端子1から入力される入力光信号を光増幅器21で増幅し、光波長分波器23によりすべての波長 $\lambda 1 \sim \lambda n$ の光信号を分岐し、それぞれの波長に対応する光受信器24-1 \sim 24-nで各々の光信号を受信する。この光波長分波器23の前段に光分岐器22を設け、分岐した波長多重光を光伝送路監視装置13-1または13-2に取り込むように構成する。この構成により、最終の伝送光信号の品質を監視することができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、低速の受光素子と、簡単な電気回路と、受動素子である光波長分波器のみを用いて波長多重信号の相対的な強度

* 対処することが可能となる。

【0042】なお、減算器15を除算器7に代えて構成することもできる。この場合、補正器14-1 \sim 14-nは設けなくても良く、各光電変換器の変換効率のばらつきに対しては補正器8の利得を適宜設定して対処すれば良い。

【0043】なお、上記した各実施形態について、いずれも特に有利な実施手法を以下に述べる。上記した各実施形態においては、2つの光信号の相対的な強度の違いを測るようにしていた。これに対し、2つの光信号のうち一方を空きチャンネルに対応するものとすれば、ノイズ信号の絶対値に対応した強度の電気信号を得ることができる。例えば、 $\lambda 2$ に対応した光信号チャンネルを空きチャンネルとすれば、(2)式において $S2 = 0$ として

【0044】

【数4】

$$k \frac{S1}{N2 / N1} \quad (2)$$

比、または絶対値、あるいは光SNRを監視することが可能となる。つまり従来の監視装置の様に、高価な光スペクトルアナライザや、伝送ビットレートと同じ動作速度を有する回路素子を必要とせず、低速の電気回路と、光波長分波器と、低速な受光素子でもって構成できるので、安価で、小型で、簡易な手法で伝送路の品質を監視することが可能な、光伝送路監視装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係わる光伝送路監視装置を備えた中継機の構成を示すブロック図。

【図2】本発明の第2の実施形態に係わる光伝送路監視装置を備えた中継機の構成を示すブロック図。

【図3】第2の実施の形態で用いられる減算器の構成例を示す回路図。

【図4】本発明の第3の実施形態に係わる光伝送路監視装置の構成を示すブロック図。

【図5】本発明に係わる光伝送路監視装置の他の適用例を示す図。

【図6】光増幅器の増幅特性が変化する様子を示す図。

【図7】光信号を直接的に増幅する光増幅器に特有の利得特性を示す図。

【図8】従来の光伝送路監視装置の構成を示す回路図。

【図9】従来の光伝送路監視装置の他の構成を示す回路図。

【符号の説明】

1…光入力端子

2…光出力端子

3…光増幅器

4…光分岐器

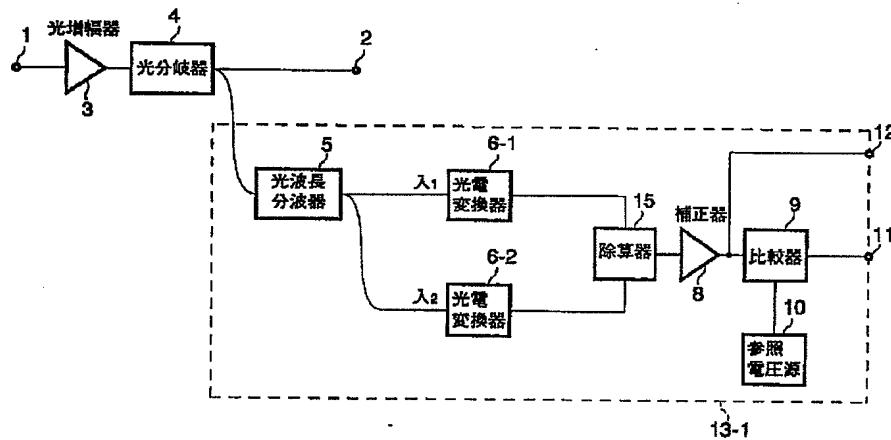
50 5…光波長分波器

6-1 ~ 6-n ... 光電変換器
 7 ... 除算器
 8 ... 補正器
 9 ... 比較器
 10 ... 参照電圧源
 11 ... 比較結果出力端子
 12 ... 演算結果モニタ出力端子
 13-1 ... 光伝送路監視装置
 14-1 ~ 14-n ... 補正器
 15 ... 減算器
 16 ... 演算増幅器 (オペアンプ)
 17-1 ~ 17-4 ... 抵抗器
 18, 19 ... 入力端子
 20 ... 出力端子
 13-2 ... 光伝送路監視装置
 23 ... 光波長分波器
 25-1, 25-2 ... 選択器

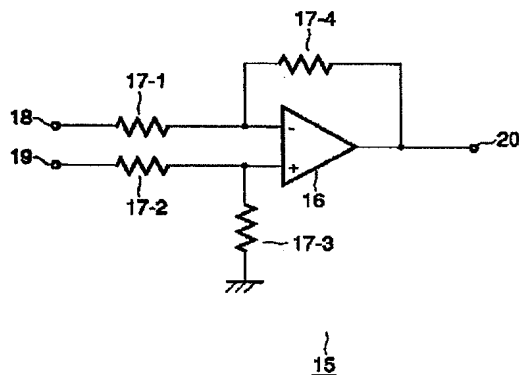
* 27 ... 選択器制御器
 13-3 ... 光伝送路監視装置
 21 ... 光増幅器
 22 ... 光分岐器
 24-1, 24-n ... 光受信器
 28 ... 光電変換器
 29 ... 増幅器
 30, 31 ... 識別器
 32 ... クロック抽出回路
 33 ... 移相器
 34 ... 識別レベル参照電圧源
 35 ... 識別レベル可変電圧源
 36 ... E X - O R 回路
 37 ... カウンタ
 38 ... 制御部
 39 ... 光スペクトルアナライザ

*

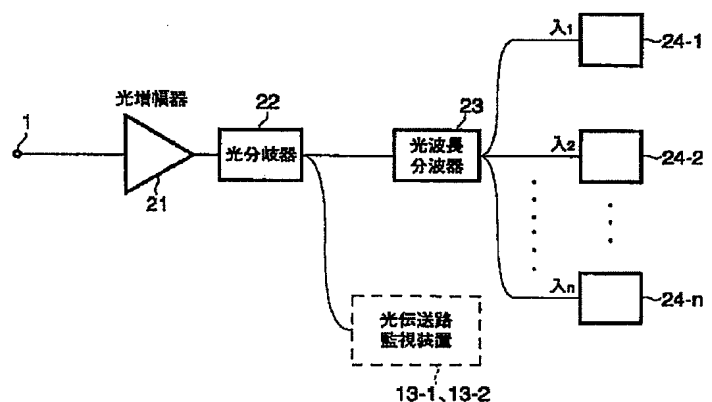
【図 1】



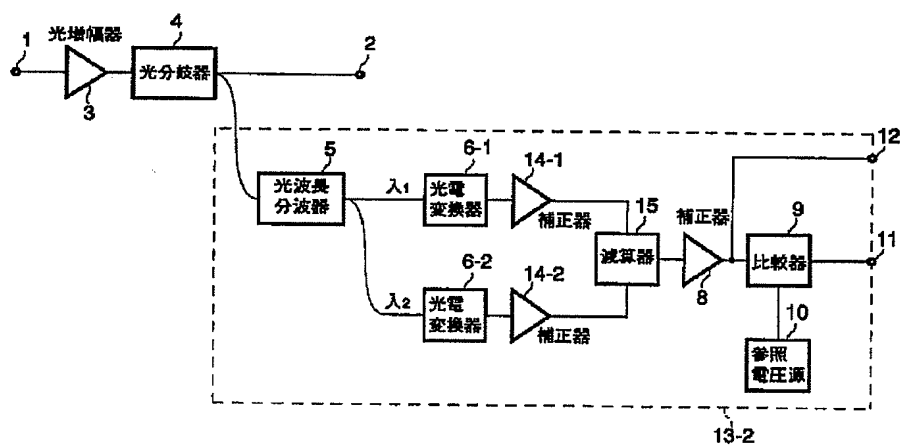
【図 3】



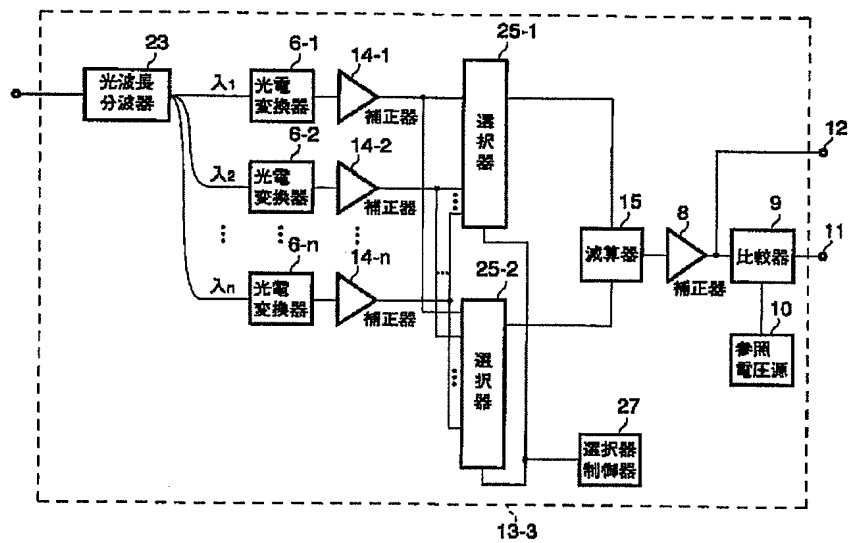
【図 5】



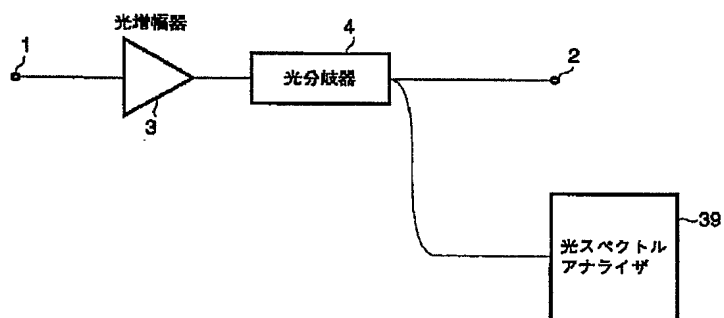
【図 2】



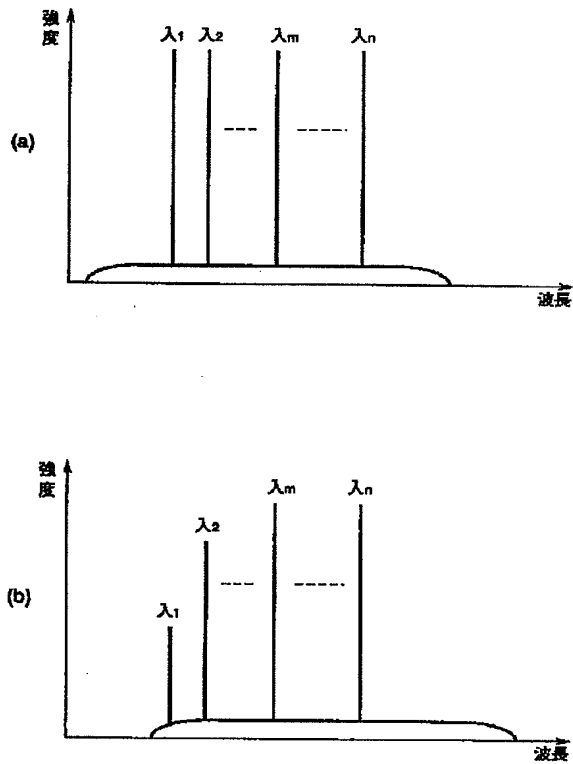
【図 4】



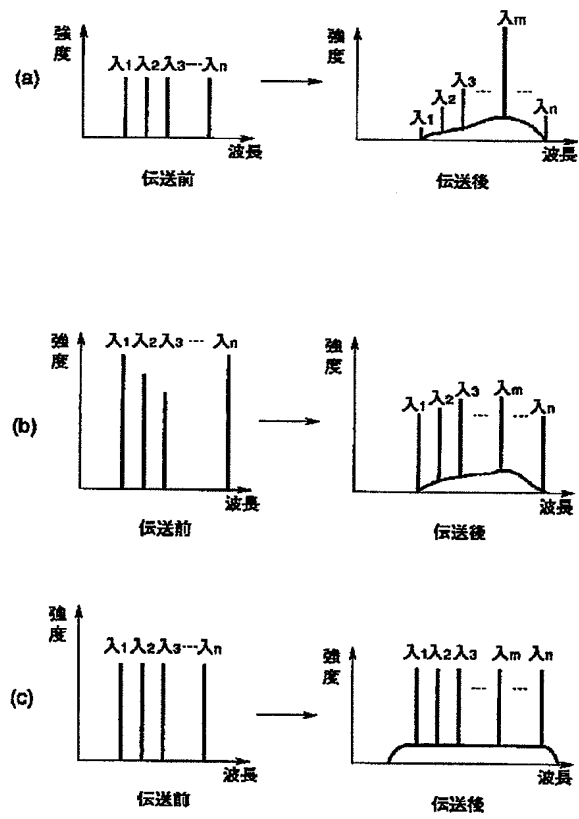
【図 9】



【図6】



【図7】



【図8】

